

文化財の写真記録（Ⅰ）

著者	登石 健三
雑誌名	保存科学
号	2
ページ	17-26
発行年	1966-03-30
URL	http://id.nii.ac.jp/1440/00003193/



文化財の写真記録 (I)

登 石 健 三

現在文化財の記録には一般に文書による記述や実測図*と平行して、写真記録が広く利用されている。外国の大きい文化財研究所へ行ってみると、必ずといってよい位 Archives という一部門があり写真を主として国内の文化財の記録またその修理記録が保存され、年代別、地方別、種類別などあらゆる索引が出来るようによく整理されているのを見る。

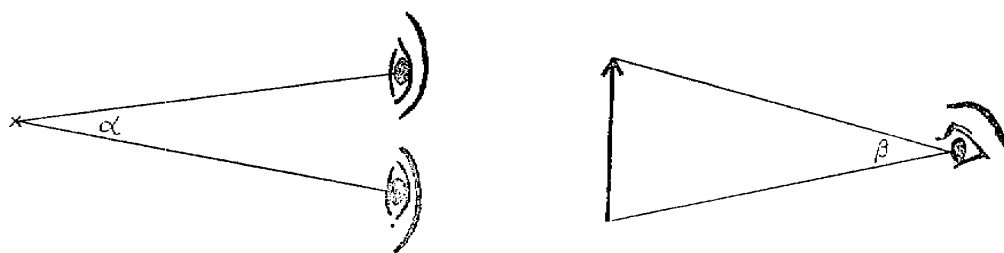
いずれはわが国にも Archives が備わる時が来るであろうが、その前に写真記録とは如何なるものであるかにつきよくよく考えておく必要があると思う。

書画等のごとく平面上に表現された文化財の記録には現行の写真法で特別な困難はおこらない。正面からその面を写した写真では、カメラのレンズが不完全なものでない限り、面上のありのままの姿が写真記録として残される筈である。よく行なわれるように面脇に置いて同時に写された物差しが面上の寸法を測るときの尺度として役に立つのは勿論である。しかし乍ら彫刻、工芸品、或は大きいところで建造物など立体的な文化財に於いては、その写真記録には考えねばならないことが多く含まれている。勿論現在これらの文化財に対しても普通の写真法が広く適用されている。そして写真機と人間の目とが極めて相似た構造と機能とを有し、同じ原理に従っていることから、写真による影像是吾人が物を見るとき感じと最もよく似た感覚をおこすものであることは当然であろう。従って我々が何かの文化財を見たときの感じを記録しようと思えば、写真による記録は極めて優れた影像記録であると言えるであろう。しかし乍ら物の影像記録には見たままの感じの記録とは別に、物の大きさの関係があらゆる部分の寸法を数字で記録することは無限の紙面を必要とするが、これを投影図で示しておけば数枚の紙面で記録は完全に行なわれるわけである。しかし一般に物差等をもってする実測図には自ら制限がある。正確には写真測量にまたねばならない。昭和34—36年に行なわれた鎌倉大仏の修理に於いては、写真測量法によって測量図が作られ(第9図)、首や全体の重心や重量を与える材料を提供、修理工事の基礎データとなった¹⁾。もしこのような測量図がすべての立体的な文化財について完備されるならば、万一の際の物の破損に当って形の復元が極めて容易となるであろう。著者の考えでは立体的な文化財の記録には普通写真と平行して何等かの可測像が備えられるべきであるが、建造物の実測図を除けば美術工芸品に関して現在では専ら普通写真のみが記録として残されている状態である。そこで普通写真の記録に於いて特に注意せねばならぬことについて振り返り、更に可測影像を作るための方法、又文化財の場合これを写像によって簡単に得る方法のための努力について以下に示してみよう。

写真に於ける物の大きさの関係

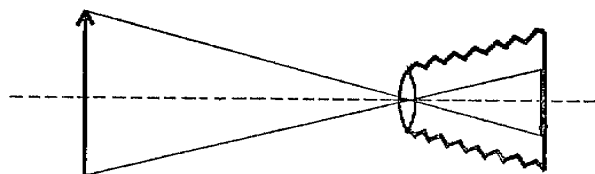
我々が目で物を見て大きさの判定を行なう場合に於ける判定の材料は視角と距離とであり、

距離は optical angle 即ち光角（或は輻輳角とも言う），或ははっきり見えるよう鮮鋭像を眼底に作るため目が自ら行なう調節の度合などから知るものと解される。optical angle とは両眼の視線が相交わる角，第1図中の α であり，視角とは物体が目 に於いて張る角，図中の β である。このうち視角は我々の感覚にじかにとび込むので感じ易く，これに反して遠くてもこの位に見えるから実際はこの位だろうと補正して考えるのは間接的となるので大きさの感覚をおこす要素としてはむしろ弱いように考えられる。物の大きい感じを画こうとするとき，我々は遠い感じを出そうとするよりもまず視角をなるべく大きくするような画き方をするものである。



第 1 図

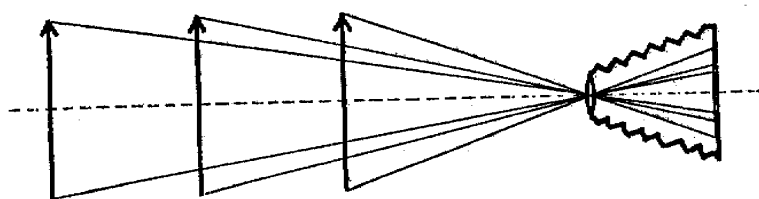
さて写真の影像について言うならばどうであろう。簡単のため我々が写真を見るととき，必ず明視の距離 30 cm をおいて見ると仮定する。このとき写像が我々の目に於いて張る角即ち写像の視角は，実際に撮影位置から物を見たときの視角とは関係ない。この視角と同一の視角で写像を見るためには写真の目からの位置を丁度撮影時のカメラの深さと等しくとらねばならず（第2図），これは一般に明視の距離とは異なるからである。



第 2 図

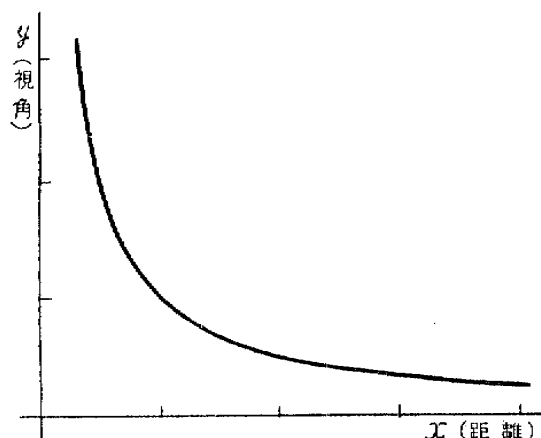
更に写真は引伸しや縮小が自由に行なわれるから，写像の視角というものは全く実物の視角とは無関係にあると考えるべきである。写像の距離についても同様なことが言える。写像の距離は目から 30 cm に置かれるのであるが，この写像を見るときの光角は 30 cm 前の点が両眼に於いて張る角であり，又我々の目のピント合わせはやはり 30 cm 前の点についてであるので，実物の写真機からの距離がどれ程であったかは全く知る由もないのである。

写真の影像を見て物の大きさを感じとる場合，我々は実物の視角及び距離を想像するらしい。これは「らしい」であって単に想像の域を出ないことであり，或は写真影像を見て物の大きさを直感する人が居るかもしれない。自分の場合のみを振り返ってみよう。色々な影像が含まれているとき，先ず我々が求めるのは大きさの分った物，例えば人間の像などである。この人間と同じ遠さにあると分かるものは影像の大きさを人間と比較して大きさが知れる。もし遠さが異っているならば我々は写真中に更に別の手がかりを求めねばならない。即ち距離に従って影像が写る大きさの変化の関係である。例えば写真中に写された道路脇の柵が奥行きと共に如何に小さくなってゆくかを見れば，距離の異なる物の比較が可能となる。この奥行きによって影像が縮小してゆく率は第3図から明らかなように，大体距離に逆比例してゆく筈である。すなわち距離 x のところに単位長の物が置かれたとき視角 θ は $\frac{1}{x}$ で，従っ



第 3 図

て $xy=1$, これを図にあらわせば物の写る大きさと距離との関係として双曲線が得られる (第 4 図)。しかし写真中にこの距離関係も全く得られないような物、



第 4 図

例えば空中に気球が浮んでいるような写真では、これと地上の人間との奥行き関係を知る手段はなくて、次の第 3 例で述べるように気球の大きさの判定は非常に難しいことになる。

前述の奥行き縮小率は大ていの写真でどこかに現われていることが多い。これを掴んでよく利用すれば大きさの判定には非常に役に立つ。例えば望遠レンズで遠い物を写した場合、勿論奥行きによる縮小率は小さく写るであろう。このような写真を見たとき我々は極めて遠いものを写したことを知る。そしてその写真が如何に大きく引伸してあっても、我々は距離を大きく、又実際の視角は小さいも

のとして考える心がまえが出来るのである。しかしこのことは直感的ではなく、非常に難しいことのようにである。我々は往々直感が勝ってしまい奥行き縮小率を利用するどころか、逆にこのために錯覚をおこすことすらある。これに奥行き縮小率の手がかりが全く得られない場合を加え、以下に二三の写真錯覚の例を掲げてみよう。

1. 極端な望遠写真を更に引伸した場合

競馬場などで遠くにいる馬を写した場合、向うにいる馬の方が近くのものよりも大きいと感じることがある。写真の上で影像の寸法を測れば、実際に馬の大きさが変わらない限り、向うの馬の方が大きく写っているということは絶対にはないのであるが、感覚だけではそのように感じる。即ち一種の錯覚である。この理由は次のことであると考えられる。この写真中に現われる二匹の馬の大きさの割合で、即ちあまり視角が合わない状態で我々が実際目で馬を見るのは極めて遠い場合、即ち視角の極めて小さい場合である。ところがこの写真では我々の目よりはるかに焦点距離の長いレンズで写したため影像の馬は相当大きく写り、更にこれを引き伸したのを見るとすると、影像が我々の目に於いて作る視角はかなり大きいものとなる。このとき我々が心理的に補正して、これらの像を極めて遠いものを引き伸したと考へて見るのはかなり難かしくて、馬がこの位に写っているのは実際見たときのどの位の距離かを手前勝手に想像してしまうらしい。次に起こることはこの位の距離では奥行き縮小度がどの位であろうということを心がまえていることである。だからその奥行き縮小度で測ってそれよりゆるく縮小しているもの即ちこの写真の場合の奥にいる馬は大きく感ぜられるのである。実例として馬でなく電車の窓・トラックの荷台でこの錯覚がおこる写真を掲げる (写真 1)。

2. 1 と全く逆の場合

我々が肉眼で見て目に余る程の視角をもつ物体を広角レンズで写し、これを小さい写真面



(富士写真フィルム株式会社提供)

写真1 焦点距離1000ミリの望遠レンズで撮影したもの。
電車の窓やトラックの荷台が向う拡がりに感ぜられる。

る。即ち a 図の結像が成立てば b 図も必ず成立つ筈である。得られる写像の図形は全く同じで、ただ a に於ける方が二倍大きいというだけで、これはその後 $\frac{1}{2}$ に縮めれば全く同じものとなる。実際にはこのような段階を踏まずとも、レンズより前の条件がすべて $\frac{1}{2}$ に縮小されれば、それに応じたカメラレンズをとり代えるだけで全く同じ図形の写像を写すことが出来る。トリック撮影とはこれで行なうもので、小さい模形を実際の物の寸法、距離の割

合で組立てておき、このような写し方をして実際のものの感じを出す写し方である。写真中での物の大きさの関係、或は奥行縮小度の関係はそのまま保たれるので、縮小模形であることさえ写真に現われねばあまり困難なことではない。

これの逆の場合、我々が全く知見したことのない物体が、或は物体群がそれだけで写されていたとき、我々は大きさの判定は勿論距離の判定も出来なくなる。このようなことはあま

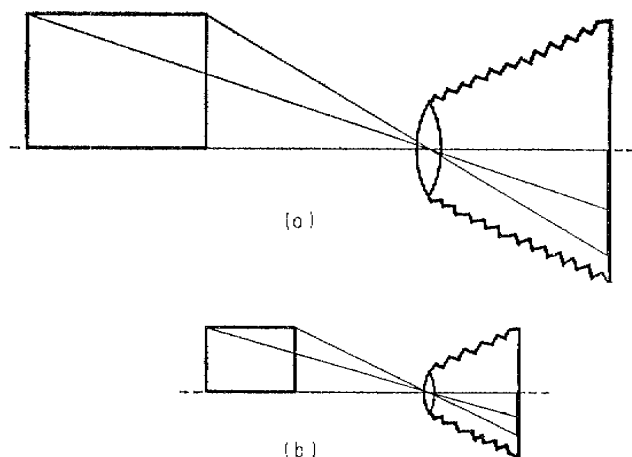
に焼付けた場合は、我々の写真面における距離判定は誤って遠きにすぎる。その場合に期待する奥行縮小度は写真中のものよりゆるいものとなるので、影像中の遠い物は実際より小さく感じられることになる。

1, 2とも実際の視角と写真で見る視角とが非常に変っている場合に、これが心理的に追えない程になったときにおこる錯覚であり、望遠・広角レンズが多用され、又引き伸ばしや縮小写真がしばしば行なわれる今日では、錯覚とまでいかなくとも、物の大きさの判定にとまどいを感じることは極めて多いことである。

3. トリック撮影

我々の視覚は二眼を用いるので論外であるが、写真の場合は単一レンズで単一の結像をするので、トリック撮影が可能である。

写真機に於ける結像の図を第5図 a に示す。これは全く長さの単位は何であってもよいのであって、この図をそのまま $\frac{1}{2}$ に縮小してもやはり成立する筈であ



第5図

りあることではないかもしれない。強いて例をあげてみると、写真2のように真白いスペースの球体一つだけ写されたとする。このとき我々はこれを地球程の大きさにも見ることが出来るし、或はピンポンボール程にも感ずることが出来るであろう。実際に美術品の場合は

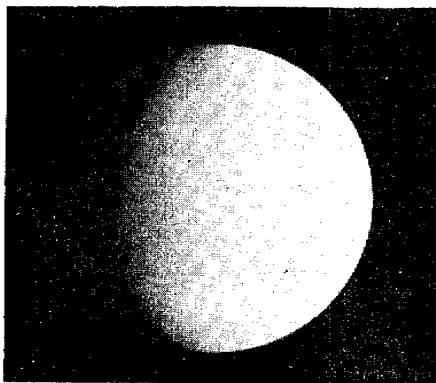


写真 2

どうであろう？例えば写真3に於ける鎌倉大仏の写真から、外国のこれを見たことのない人が実際の大仏の大きさを想像し得るであろうか。この場合最初に述べたようにどこかに人物が一人でも入っていると、このためには非常に役立つというものであろう。

以上写像中で物の大きさを与える要素を色々述べたが、我々の感覚の中でその内のどれが感じ易くなっているのであろうか。心理的なもので私にははっきりした根拠をもって言うことが出来ないが、どうも直接的な要素の方が強そうである。すなわち先ず写真の中で大きい感じを出すためには視角が大きくなるようにす

ること、奥行きも大きく見えるように奥行縮小の範囲を大きくすることである。例えば或建物の量感をあらわすには望遠で写して引き伸ばしたらよさそうなものであるが、実際にはそうでないことは確かで、そのような写真で我々が「奥行縮小が小さいからこれは遠くで写したものである。それがこれ程の視角で見えるからこの建物は大きいぞ」と考えるより、此方側の面とか稜の視角を同じにし、奥行縮小をグッとつけた写し方が奥行きの大きさがじかに感じられて大きい感じが出るのである(写真4)。

先に述べた白い球の場合にはどのように解釈して大きさを感じるかは全く勝手ということになる。このようなときには視角と距離とを数字で写真に書き加えておかねば実態は掴みようがない。一般に写真撮影のデーターにはレンズの焦点距離、絞り、露出時間など書き加えるならわしであるが、大きさの判断のためにはむしろ被写体距離と写真面の視角とを書くべきであろう。



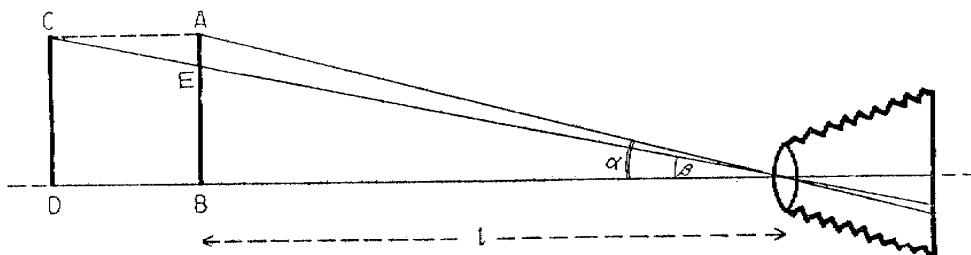
写真 3

以上は普通写真に於ける物の大きさについて気のついたことである。大きさはアイマイな意味で決して寸法のことを言ったのではない。その大きさに於いてすら普通写真にはこのように多く問題を含んでいるのである。普通写真から寸法を知ろうというのは大変なことであって、平面のものを直角方向から写した写真以外ではこれはあきらめた方がよい。次にそれでは寸法が得られる記録像とはどうすればよいかの問題に入るが、トリック撮影について触れたので余談となるがもう一事項述べておく。

映画にも先のようなトリック撮影がよく行なわれる。それはよいのであるが、物の運動の早さに関して大きさが考慮されていないものがよくあるようである。動物の筋肉が同じ蛋白質で出来ているとすると、腕を動かすエネルギーは肩の筋肉の目方 M に比例するであらう。即ち KM 。それによって腕の運動がおこったときの運動エネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$ で

m は腕の目方 v は腕の早さである。従って $v^2 = 2K\frac{M}{m}$ となるが $\frac{M}{m}$ は体の均衡上その物が大きくとも小さくとも一定でなくてはならない。従って v は一定すなわちキングコングでもゴリラでも腕の振る早さは同じであり、10倍も大きく振らねばならぬキングコングはそれだけ一振りの時間がかからねばならない理窟である。これは一般に行なわれていないようである。トリックで尺度を何倍かにするときは時間も同様に何倍かすること、即ちトリックで撮影するときには駒を早めて何倍か高速でとることが必要であらう。

小視角撮影とその極限



第 6 図

今第 6 図のようにカメラレンズ（中心 L ）の前方 l の距離に単位長の直線 AB が横向き

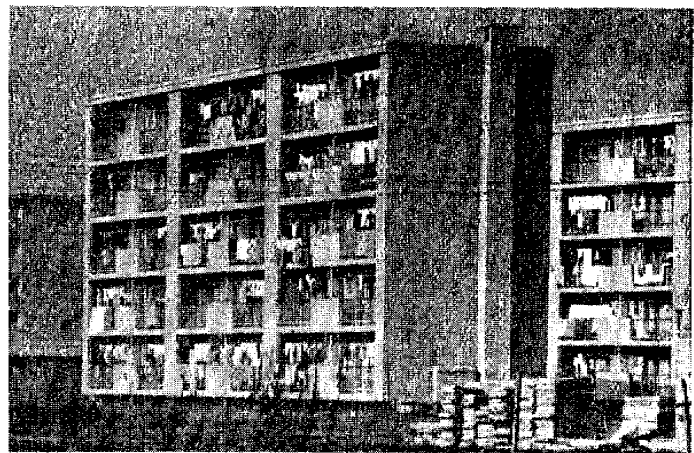
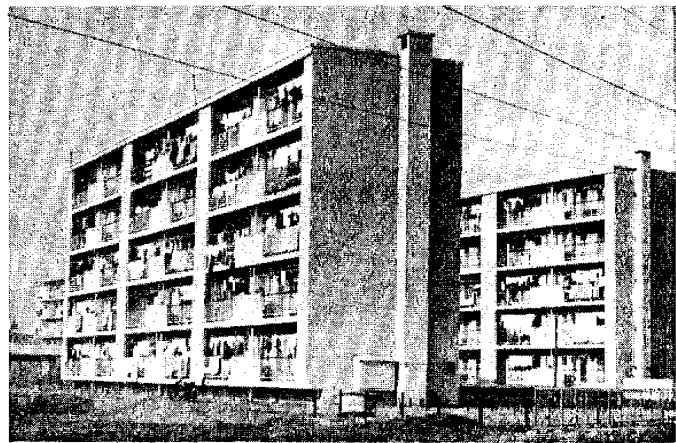


写真 4 下が望遠レンズで撮ったもの。
上の写真の方が建物を大きく感ずる。

に置かれたとする。その後方単位長の位置に AB と平行に同じ大きさの直線 CD があるとき、すなわち正方形 $ABDC$ をその面方向から写すとき どのようなことになるであろうか。 AB の視角は $\alpha = \frac{1}{l}$, CD の視角は $\beta = \frac{1}{l+1}$ が大体成立する。これらの視角の差は $\alpha - \beta = \frac{1}{l} - \frac{1}{l+1} = \frac{1}{l(l+1)} = \frac{1}{l} \times \frac{1}{l+1} = \alpha \times \beta$ である。従ってこれの視角 α に対する割合は $\frac{\alpha - \beta}{\alpha} = \frac{\alpha \times \beta}{\alpha} = \beta$ すなわち遠い直線の視角の数字と同じになる。このことは二つの視角の差角が遠い方の直線の視角に等しいということではない。視角の縮小分の率を表わす数字が遠い方の視角を表わす数字と等しくなるということで、図中 $\frac{AE}{AB}$ すなわち $\frac{AE}{AC}$ が $\frac{CD}{LD}$ と同じである



a



b



c



d

写真 5

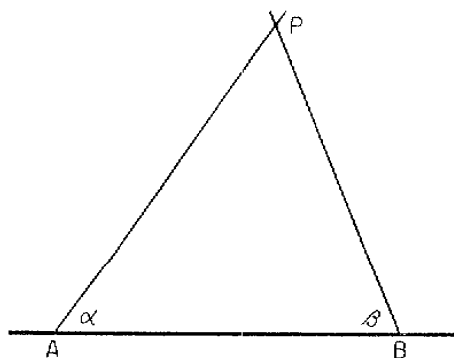
という至って当然のことを視角の意味づけで言っただけのことである。以上のことを具体的に言えば 1m 四角の平面を上述のように写すとき、10m の距離で写せば向う側の辺は此方側の辺の大体 $\frac{9}{10}$ の大きさで写るが、1000m の距離で写せば両辺の割合は $\frac{999}{1000}$ にとどまるといふことである。写真5の一連の像 a, b, c, d は同じ仏像を 0.5m, 1m, 2m, 4m で写したもので距離をとるに従って実際比の影像に近づくことを示している。しかし d に於いては引伸しの粒子荒れが起きている。これは小視角撮影に事実上の限度があることの実例を示しているものである。1m の奥行差

で $\frac{999}{1000}$ 位の縮小が起こるような写真ならば或意味での法量というものは読めるかもしれない。しかし模形を作るとか復元をし度いとかの正確に寸法を知り度い場合にはこれでも不十分なのであって、視角 0 すなわち無限遠に物体を置いて撮影した像、換言すれば正射投影像が必要となるのである。物体を無限遠に置いてこれを撮影することは不可能であるが、これと同じ結果を近距離撮影で得るカメラが 1950 年に考案された²⁾。これをオーソカメラ (Ortho-camera) と称する。但し製作上の難点と使用上の制限からあまり使用されてはいないようである。この方法で写した写真と普通写真とを比較して写真 6 に示す (オーソ写真における模様のボケはオーソ法によるものでなくて、その後の引伸し率によるもので関係なく、上下辺の直・曲のみに注意して頂き度い)。最後に触れる我々の方法と共にこの方法の説明も第 2 報にゆずり度い。

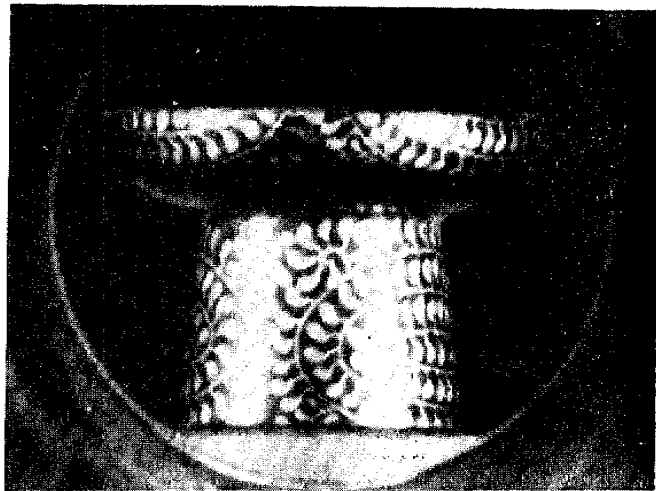
測量と写真測量

測量で或一点の位置を決定するには三角法によっている。簡単のため二次限の場合をとり、第 7 図上で一点 P の位置をきめるには、二つの定点 A, B をとり AB の長さと、A・B から P を望んだとき、その視線 AP・BP が直線 AB となす角 $\alpha \cdot \beta$ とを知ればよいわけである。これを物差しとトランシットとで行なうのが通常の測量である。

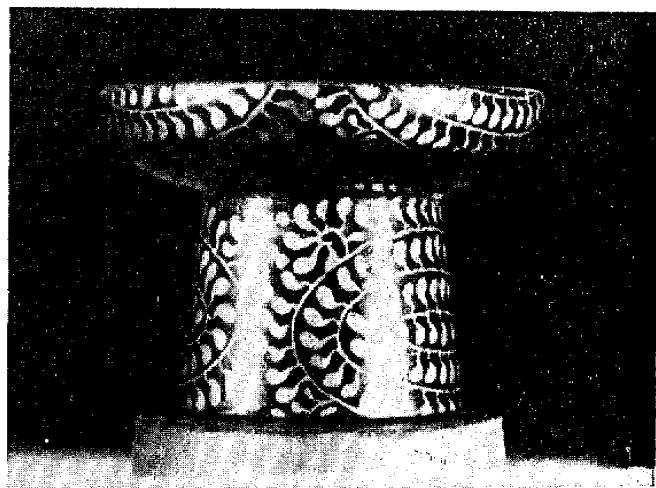
写真測量の原理も同じことであって、第 8 図について言えば、A, B 二定点にカメラを前方に向けて P₁ 点を写すと、その写真上の P₁ 点の位置から先の α, β 角に相当する角が求められる。



第 7 図



オーソ写真

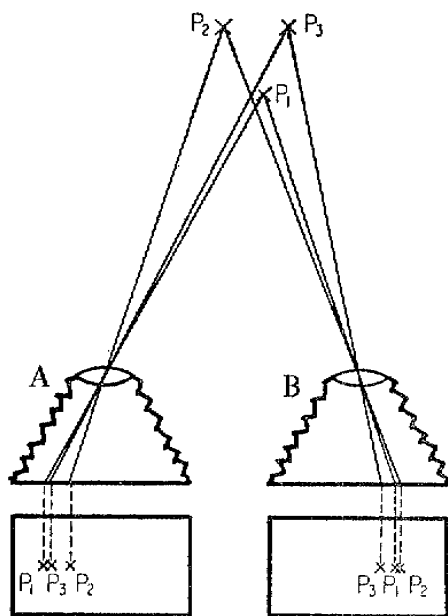


普通写真

写真 6

更に具体的な例を示すと、P₁ と深さの異なるところに他の点 P₂, F₃ があるとき、その写り方は図のようになり、F₂, F₃ に対して P₁ はずれて写る。このずれからみても F₂, F₃ から P₁ がどれ程此方にあるかを知り得ることは明白であろう。しかし写真測量ではこの二つのフィルムを図化機にかけて人間が操作を加えつつ機械に等高線図をかかせてしまうことが専ら行なわれている。

第 9 図は鎌倉大仏の昭和 34~36 年の修理に際し



第 8 図

しいことはその他でもしばしばおこることであるが、現在では数字記録が望みのものがないときはわざわざ物のある場所まで測定に出かけなくてはならない。一々の古美術品についてこのような可測記録図が備わることは極めて必要なことと考えられる**。しかし乍らこのような可測記録図は我々が実際物を見たときの感じとはおよそ異なるものであることは大仏の例からも明らかであろう。大仏を知っている人ならむしろ測量図の方を変なプロポーションだと感じるに違いない。従って古美術品の像記録としては、その目的によってこれら両種の記録即ち普通写真と可測記録図の二者をあわせ備えることが万全といえるであろう。

可測写真法

前述のオーソ写真は正射投影像を与える。従って直角な二方向からのオーソ写真が備わればこれらに含まれた被写体部分の寸法は容易に求められる。オーソ写真は可測写真の一つである。

現在当物理研究室ではオーソ写真法とは原理を異にする特殊な可測写真法の開発につとめている。写真測

て東京大学生産技術研究所丸安研究室によって写真測量法で図化された等高線図である。丁度等高線地図と同じように、深さの等しい所の線が細線であらわされ、しかも遠近による縮小率の差が全くない即ち投影図となっているのである。従ってこの図によれば図中に含まれた如何なる二点間の実寸も読みとれるわけであり、又各部の割合も実際のままだがあらわれていることは勿論である。普通写真の写真3と比べ、如何に普通写真が実形とかけはなれた記録であるかが分かるであろう。例えば頭部と胴部との比率など実形は写真からは想像出来ない程のものである。

古美術品が思わぬ災害にあつて破損をおこした場合、修復に必要なのは実形の記録である。このほか鎌倉大仏の場合はこの測量図は差し当り重量や重心位置の計算に役立った。古美術品について実寸がほ



第 9 図

量法では図化という作業段階が必ず必要となるが、この図化機は極めて高価且つ高級なもので、これ自体に熟練した専門家と空調設備などの特殊設備とを要するのであまり簡単に実現出来るものではない。しかしその結果得られる実態図の信頼性については絶対的とも言えるので、非常に大事な物の記録の場合はやはり写真測量法によってしっかりしたものを作っておくべきであろう。文化財の場合大事でないものは勿論あるまい。しかし写真測量法をすべての文化財に適用する望みが持てない現在、簡便法でもよいから我々の手で簡単に可測像が記録出来れば非常に便利というものである。我々の装置は現在段々と精度を上げて実用化に努めている段階であるが、文化財に実際に応用するには猶時間を必要とするであろう。しかしその原理は至って簡単で既に発表した通りである³⁾。従って残すところは単に工作仕上の上での精度の問題のみであり、将来役に立つ装置が出来ることについてはいささかも疑をもっていない。この方法についての詳細な報告は別の機会にゆずることとし度い。

- * 実測図の製作には、実際に対象物の寸法、角度を測定して図を作ってゆく方法（建造物）、対象物に対向する基準面上の各定点から、この面と直角に観測して見られる対象物上の点を図に書き込んでゆく方法（彫刻、人頭骨など）、対象物に対向する基準柱から対象物面上の各点までの水平距離を測る方法（土器の輪廓線を出すマコ）、針先で等高線を辿り自動的に図に書き上げる方法（頭骨）などがある。
- ** 東京大学丸安研究室では鎌倉大仏のほか大谷磨崖仏などについても写真測量を行なった。又奈良国立文化財研究所ではこのような写真測量図を段々とふやす努力をしており、既に興福寺阿修羅像、唐招提寺菩薩頭部などについて図化を行なっている。

- 1) 高德院国宝銅造阿弥陀如来坐像修理工事報告書 (1961).
- 2) R. Prickett and M. Moris: The Orthocamera: Orthogonal Photographic Scanning Camera. Photogrammetric Engineering, XVI (1950), pp. 823~830.
- 3) Kenzo Toishi and Mitsuyosi Kureya: Ortho-contour photography. Photogrammetric Engineering, XXIX (1963), No. 1, pp. 206~210.
Kenzo Toishi and Mitsuyosi Kureya: Improvements of ortho-contour photography. Journal of the Japan Society of Photogrammetry, Special volume No. 1 (1964), pp. 29~34.

Résumé

Kenzo TOISHI: Photographic recording of solid art objects.

Photography has been utilized widely for a long time as a convenient means of making records of art objects of all types, because it gives us their images resembling most closely what we observe visually. One weakness of the photographic image is, however, that it fails to give us the true dimensions of an object and that it sometimes gives us illusion as to its size or relation to other objects. In this paper the writer gives a few examples of such photographic illusions and proposes that in making a photographic record of an unfamiliar art object care must be taken to give data concerning distance from the subject, photographic angle, etc. Furthermore the writer is making an effort to devise some means by which a photographic image giving true dimension can be obtained to enable measurement from the photographic image itself. It is his belief that archives must contain such images together with ordinary photographic recordings.

Physical section.